专题：“双循环”格局下中国区域创新
Regional Innovation in China under Double Cycle Pattern

引用格式：李丹丹, 马海涛, 苗长虹. 黄河流域创新网络演化与郑洛西创新走廊培育研究. 中国科学院院刊, 2022, 37(12): 1807-1818.
Li D D, Ma H T, Miao C H. Research on evolution of Yellow River Basin innovation network and cultivation of Zhengzhou-Luoyang-Xi'an innovation corridor. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2022, 37(12): 1807-1818. (in Chinese)

黄河流域创新网络演化与郑洛西创新走廊培育研究

李丹丹[1,2]　马海涛[3]　苗长虹[1,2*]

1 河南大学 黄河文明与可持续发展研究中心暨黄河文明省部共建协同创新中心 开封 475001
2 河南大学 地理与环境学院 开封 475004
3 中国科学院地理科学与资源研究所 北京 100101

摘要　创新网络建设及创新走廊培育是实现区域创新发展的重要途径。基于1987—2018年专利转让数据，文章分析了黄河流域不同尺度下技术转移网络的时空演变，并提出郑州—洛阳—西安（以下简称“郑洛西”）创新走廊的培育对策。研究发现，流域内技术转移由跨省转移为主转向省内转移为主，省会城市是主要的技术来源地；技术转出网络以西安为主要源地，郑州、青岛、济南等为次要源地；区外技术源地主要位于京津冀、长三角、珠三角城市群，西安、济南、青岛等高能级城市成为主要的技术承接地。研究认为，流域跨省创新网络建设方面应着力构建郑洛西创新走廊，实现不同城市产业技术优势和技术需求的匹配协同，推动郑洛西高质量发展合作带建设，进而加快黄河流域创新驱动发展进程。

关键词　技术转移，创新网络，创新走廊，黄河流域，郑洛西

DOI　10.16418/j.issn.1000-3045.20220926001

中国经济进入新常态以来，区域经济发展不仅存在显著的东中西差异，也呈现出南北方分化的新态势[1]。为进一步促进区域协调发展，国家开始实施“黄河流域生态保护和高质量发展”重大战略。然而，黄河流域产业结构偏重，高污染、高耗能的传统重化工产业产值占比较高，经济发展面临绿色转型、新旧动能转换和增强发展的可持续性等诸多挑战[1-4]，亟须通过培育创新生态系统、构建区域创新网络来加快实现新旧动能转换和经济高质量发展。

创新驱动发展是一个涉及多维度、多主体、多环节的复杂过程，本地创新资源利用和外部资源获取是其中的重要方面。区域创新系统构建需要以本地的人

*通信作者
资助项目：国家自然科学基金青年项目（41701136），国家自然科学基金面上项目（42171186），河南省重点研发与推广专项（222400410141）
修改稿收到日期：2022年11月3日

才、研发机构、服务平台等创新资源集聚为基础；同时，通过构建城市创新网络，将不同地方创新资源进行协同利用，发挥区域比较优势，提高资源利用效率[5-8]。对创新资源丰富的城市，融入创新网络有助于发挥竞争优势，避免集聚阴影和资源诅咒陷阱[9]；对创新资源不足的城市，融入创新网络则有助于向其他城市借用"规模"，利用网络规模效应来弥补自身资源的不足，破解发展的低端路径锁定[10]。因此，构建多层次城市创新网络体系，是推动黄河流域高质量发展的战略关键。

现有城市创新网络的研究多以机构间合作发表论文与合作申请专利数据来进行测度[11-16]，但这类数据不能反映科技知识流动的方向性，也无法刻画区域知识流入—流出的演变路径，以致无法有效辨识各地的优势技术和技术需求。专利转移或许可权转让数据则可以更好地体现技术创新成果对经济发展的贡献，并日益受到学者们的重视[17-19]。因此，文章运用专利权转让数据，结合技术转入—转出的方向性，将技术转移网络分为4类：① 区内城市间转移——黄河流域城市之间技术转移；② 区内转出——黄河流域内部城市向外部城市技术转出；③ 区外转入——黄河流域外部城市向内部城市技术转入；④ 区内同城转移——黄河流域城市内部技术转移。进而，文章根据技术转移的阶段性特征，从1987—2000年、2001—2010年及2011—2018年3个阶段分析黄河流域城市创新网络的演化过程，厘清城市技术转移的路径特征，剖析城市产业技术优势与技术需求，提出郑州—洛阳—西安（以下简称"郑洛西"）创新走廊培育路径。

1 黄河流域技术转移网络演变研究方法

黄河流域科技创新资源主要集中在济南、青岛、郑州、西安等中心城市，其中，济南—青岛和郑洛西具有发展成国家级创新走廊的潜力。鉴于前者主要是省内协同，而后者需要跨省协同，因此，本研究重点关注郑洛西创新走廊的培育。在本文中，黄河流域范围是除四川之外的黄河干流所流经的青海、甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河南、山东共8个省份；综合考虑郑州都市圈、洛阳都市圈、西安都市圈、晋陕豫黄河金三角等高质量发展空间载体，将郑洛西高质量发展合作带研究范围设定为包含郑州、洛阳、西安及开封、新乡、焦作、许昌、平顶山、济源、三门峡、咸阳、渭南、运城、临汾在内的14个城市。

城市间技术转移次数的计算通过C语言编程实现，技术转移网络的空间可视化则基于ArcGIS的Python编程实现。综合分析发现，技术转移次数存在较大差异，为突出城市间技术转移的层级特征，文章将技术转移次数分为4类。具体分类方法为：将技术转移次数从小到大排序，其均值为A_1，大于A_1的技术转移次数的均值为A_2，大于A_2的技术转移次数的均值为A_3，则$[A_3, +\infty)$、$[A_2, A_3)$、$[A_1, A_2)$、$[0, A_1)$的技术转移次数分别记为第1级、第2级、第3级、第4级。

2 黄河流域技术转移网络演化过程及特征

2.1 黄河流域技术转移网络演化总体特征

1987—2018年，黄河流域技术转移次数不断增加，但其占全国比重在1987—2000年间大幅下降，在2001—2018年间保持在15%左右（图1）。总体来看，区内城市间技术转移并不显著，占比仅由1987—2000年的7.9%小幅上升至2011—2018年的10.6%。同城转移比重越来越大，由1987—2000年的25.6%上升至2011—2018年的33.9%，区外转入比重维持在30%左右，区内转出比重则由36.5%下降至25.6%，体现出黄河流域在国家创新体系中作为技术创新策源地的地位相比30年前明显下降（图2）。

2.2 1987—2000年黄河流域的技术转移网络演化特征

（1）区内城市间转移。从流域内技术转移网络来

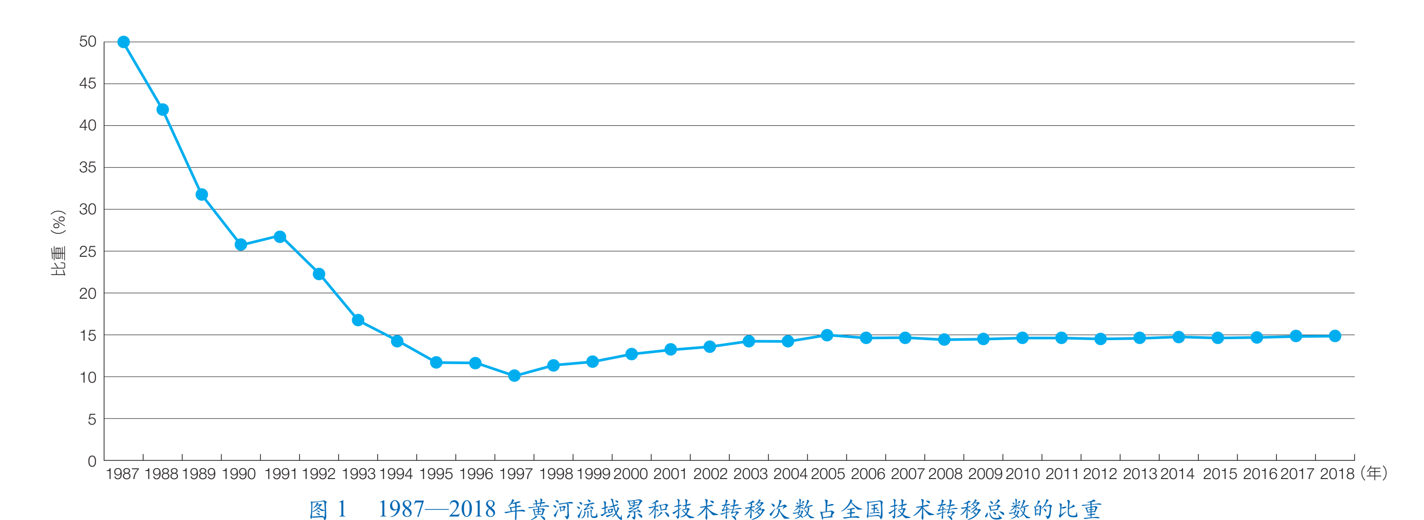


图 1　1987—2018 年黄河流域累积技术转移次数占全国技术转移总数的比重

Figure 1　Proportion of cumulative number of technology transfer in Yellow River Basin in total number of technology transfer in China from 1987 to 2018

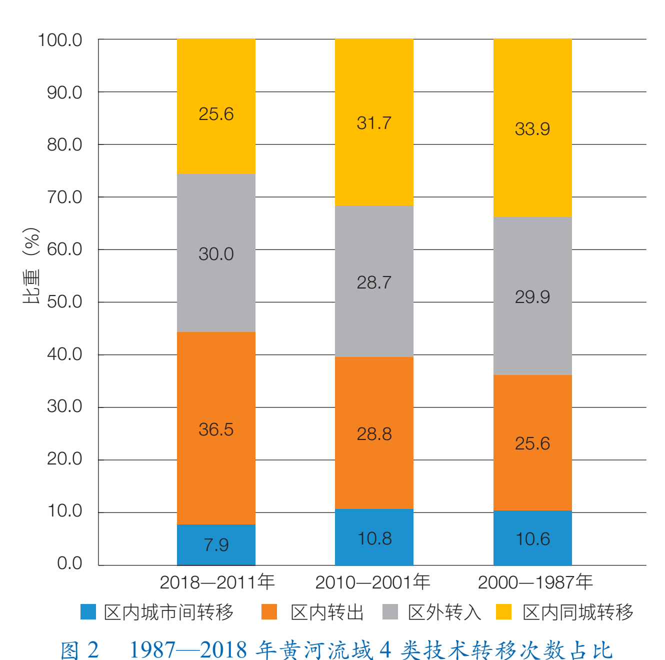


图 2　1987—2018 年黄河流域 4 类技术转移次数占比

Figure 2　Proportion of four types of technology transfer times in Yellow River Basin from 1987 to 2018

看，共有 18 个城市间产生 34 次技术转移，主要发生在泰安→济南、洛阳→青岛、西安→东营、郑州→济南等城市之间。技术转移主要表现为由陕西、河南等省份向山东的跨省转移，西安、青岛、泰安是主要的技术源地，济南、青岛、郑州、许昌等城市是主要的技术承接地（图 3）。

（2）区内转出。从流域的技术转出来看，流域内 18 个城市与流域外 41 个城市产生 158 次技术转移。区内转出主要发生在西安、青岛、济南等流域内城市和北京、深圳、杭州等流域外创新水平较高的城市之间。

（3）区外转入。从流域的技术获取来看，共有流域外 21 个城市与流域内 30 个城市之间产生 130 次技术转移，其中，深圳、沈阳、佛山等市向西安、潍坊、威海等市的技术转移次数略高。北京、上海、深圳等城市为主要技术来源地，潍坊、西安、济南、郑州、烟台等城市则是主要的技术承接地。

2.3 2001—2010 年黄河流域的技术转移网络演化特征

（1）区内城市间转移。参与流域内技术转移的城市增加到 63 个，技术转移次数增至 907 次。其中，省内技术转移主要发生在淄博→烟台、西安→咸阳、青岛→潍坊、济南→潍坊和泰安，跨省技术转移主要发生在青岛→西安、洛阳→青岛等。相较于 1987—2000 年，流域内技术转移路径由跨省转移为主向省内城际转移为主、跨省转移为辅转变，陕西和山东两省城市间技术转移较为活跃，河南、山西所辖城市的技术转移较少，济南、西安、郑州等省会城市依然是主要的技术来源地，烟台、潍坊、济南、青岛、郑州等

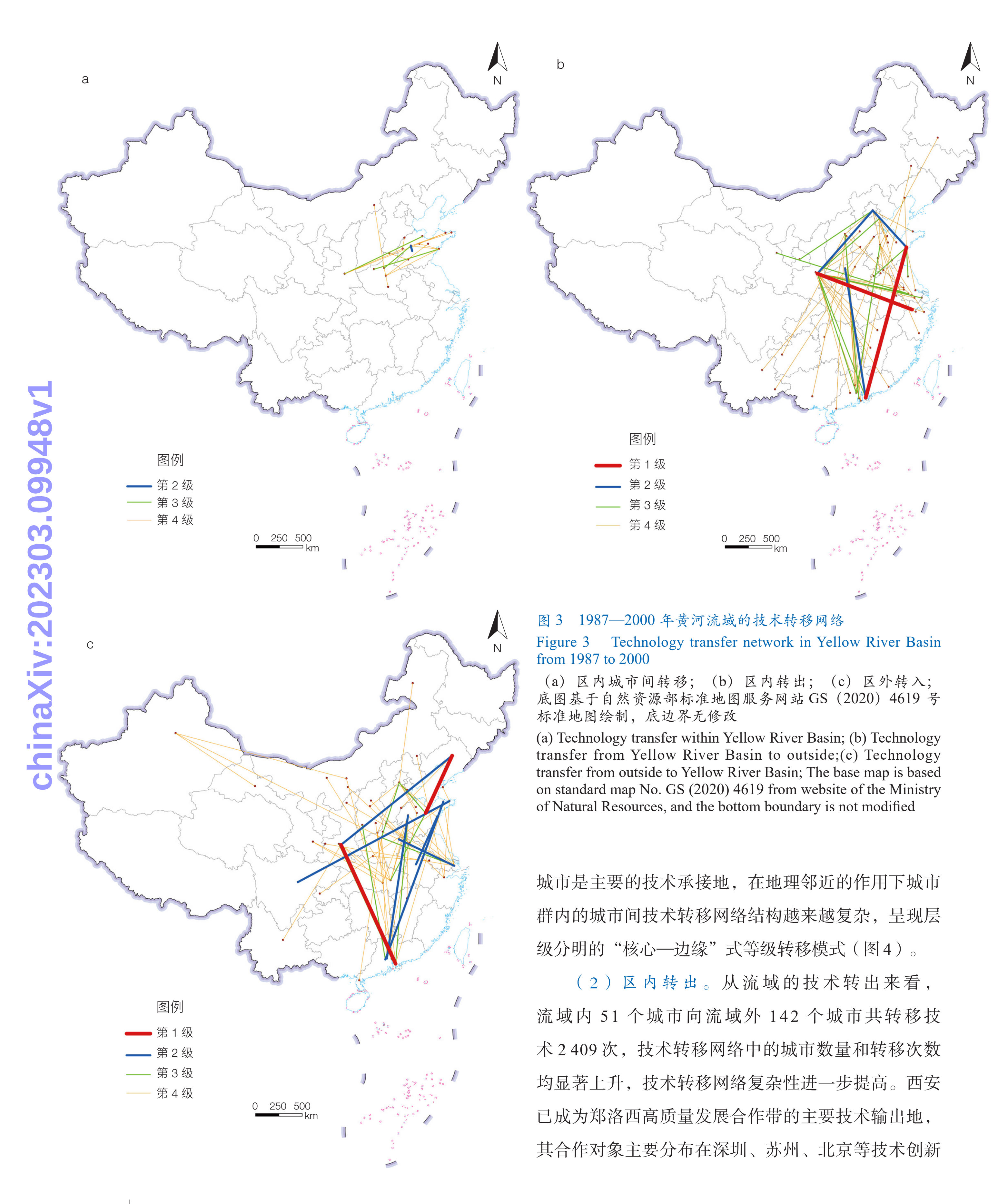


图 3　1987—2000 年黄河流域的技术转移网络

Figure 3　Technology transfer network in Yellow River Basin from 1987 to 2000

（a）区内城市间转移；（b）区内转出；（c）区外转入；底图基于自然资源部标准地图服务网站 GS（2020）4619 号标准地图绘制，底边界无修改

(a) Technology transfer within Yellow River Basin; (b) Technology transfer from Yellow River Basin to outside;(c) Technology transfer from outside to Yellow River Basin; The base map is based on standard map No. GS (2020) 4619 from website of the Ministry of Natural Resources, and the bottom boundary is not modified

城市是主要的技术承接地，在地理邻近的作用下城市群内的城市间技术转移网络结构越来越复杂，呈现层级分明的"核心—边缘"式等级转移模式（图4）。

（2）区内转出。从流域的技术转出来看，流域内 51 个城市向流域外 142 个城市共转移技术 2 409 次，技术转移网络中的城市数量和转移次数均显著上升，技术转移网络复杂性进一步提高。西安已成为郑洛西高质量发展合作带的主要技术输出地，其合作对象主要分布在深圳、苏州、北京等技术创新

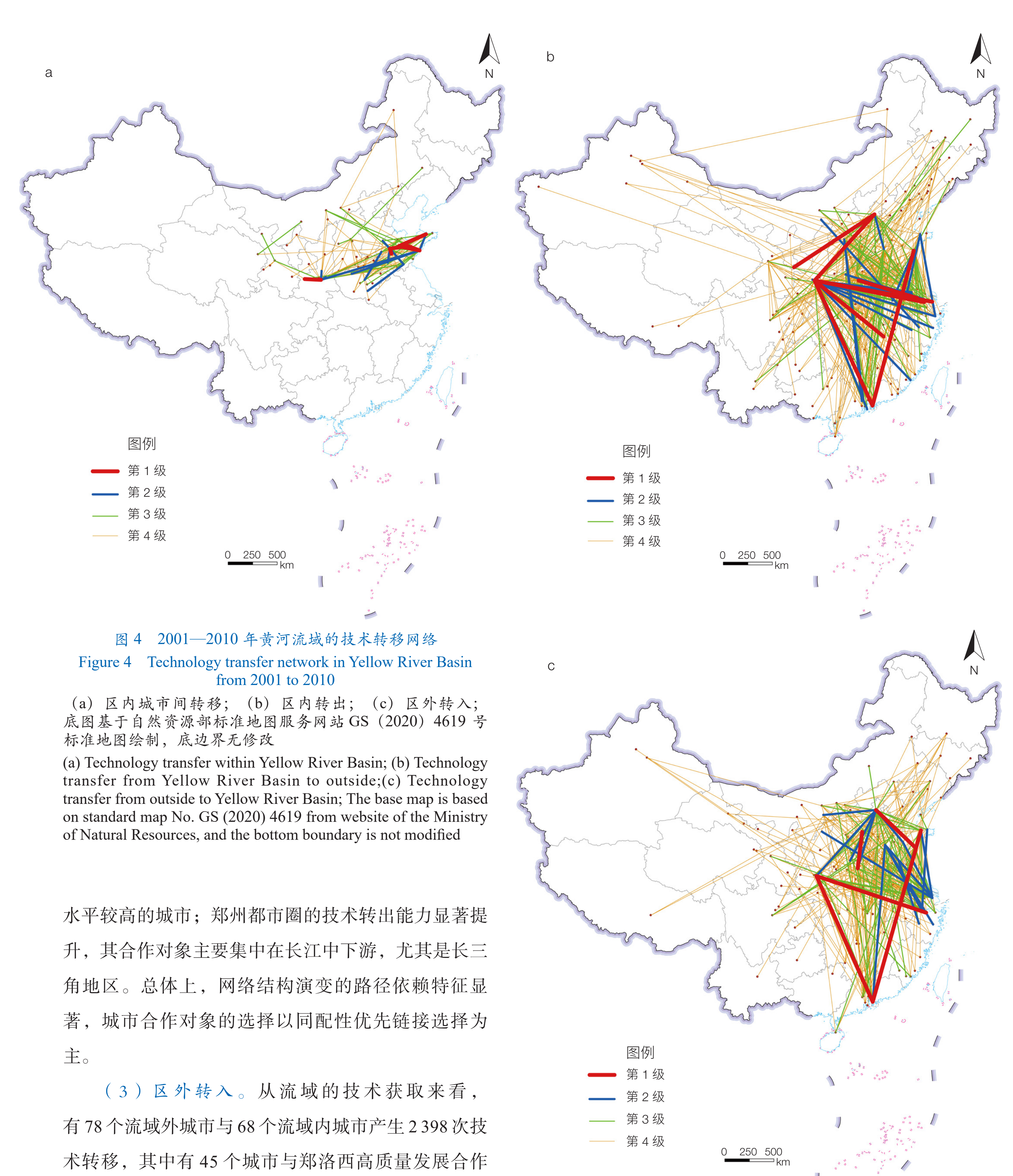


图 4　2001—2010 年黄河流域的技术转移网络

Figure 4　Technology transfer network in Yellow River Basin from 2001 to 2010

（a）区内城市间转移；（b）区内转出；（c）区外转入；底图基于自然资源部标准地图服务网站 GS（2020）4619 号标准地图绘制，底边界无修改

(a) Technology transfer within Yellow River Basin; (b) Technology transfer from Yellow River Basin to outside;(c) Technology transfer from outside to Yellow River Basin; The base map is based on standard map No. GS (2020) 4619 from website of the Ministry of Natural Resources, and the bottom boundary is not modified

水平较高的城市；郑州都市圈的技术转出能力显著提升，其合作对象主要集中在长江中下游，尤其是长三角地区。总体上，网络结构演变的路径依赖特征显著，城市合作对象的选择以同配性优先链接选择为主。

（3）区外转入。从流域的技术获取来看，有 78 个流域外城市与 68 个流域内城市产生 2 398 次技术转移，其中有 45 个城市与郑洛西高质量发展合作带内城市技术转移 780 次。绍兴、深圳、北京等主要

源地的技术主要转移到了西安、烟台和青岛等市，而郑州也是石家庄、北京的技术转移承接地。西安、济南、青岛是主要的技术承接地，郑州次之；技术源地以珠三角地区为主，长三角和京津冀地区为辅。总体来看，技术转移网络的路径依赖特征更加显著，地理邻近的作用有所降低，认知邻近在影响网络结构演变中的作用不断上升。

2.4 2011—2018 年黄河流域的技术转移网络演化特征

（1）区内城市间转移。参与流域内技术转移的城市数量下降至 55 个，93 对城市间发生技术转移 444 次。其中，技术转移仍以省内城市间技术转移为主，技术转移路径主要为西安→宝鸡、济南→济宁、滨州→青岛等。总体来看，技术转移以陕西、山东两省内的城市间技术转移为主，河南、山西城市间的技术转移显著增加，济南、西安、郑州 3 个省会城市是主要技术源地，宝鸡、青岛、济宁、济南、西安等城市是主要技术承接地，地理邻近仍然是影响流域内部技术转移网络结构演变的主要驱动因素，技术转移网络的"核心—边缘"结构特征突出（图 5）。

（2）区内转出。从流域的技术转出来看，流域内共有 44 个城市与流域外 88 个城市产生 1 078 次技术转移。郑州与西安在高质量发展合作带内的核心地位进一步巩固，分别占高质量发展合作带技术转出总量的 51.39% 和 41.50%。与此同时，郑州向流域外的技术转移次数超过西安，转出地主要为芜湖和石家庄。西安的技术转出地则主要是宜昌、深圳、北京等城市，技术转出路径呈现分散化特征，网络结构演变的路径依赖与路径创造模式共存。

（3）区外转入。从流域的技术获取来看，流域外有 56 个城市与流域内 60 个城市发生 1 258 次技术转移，其中合作带内城市承接技术转移占总量的比重为 38.3%。此外，长沙→青岛、绍兴→西安、石家庄→郑州之间的技术转移最为显著。西安和青岛成为主要技术承接地，技术源地则由珠三角地区向长江中下游地区转变，技术获取的路径更新与路径创造模式显著。

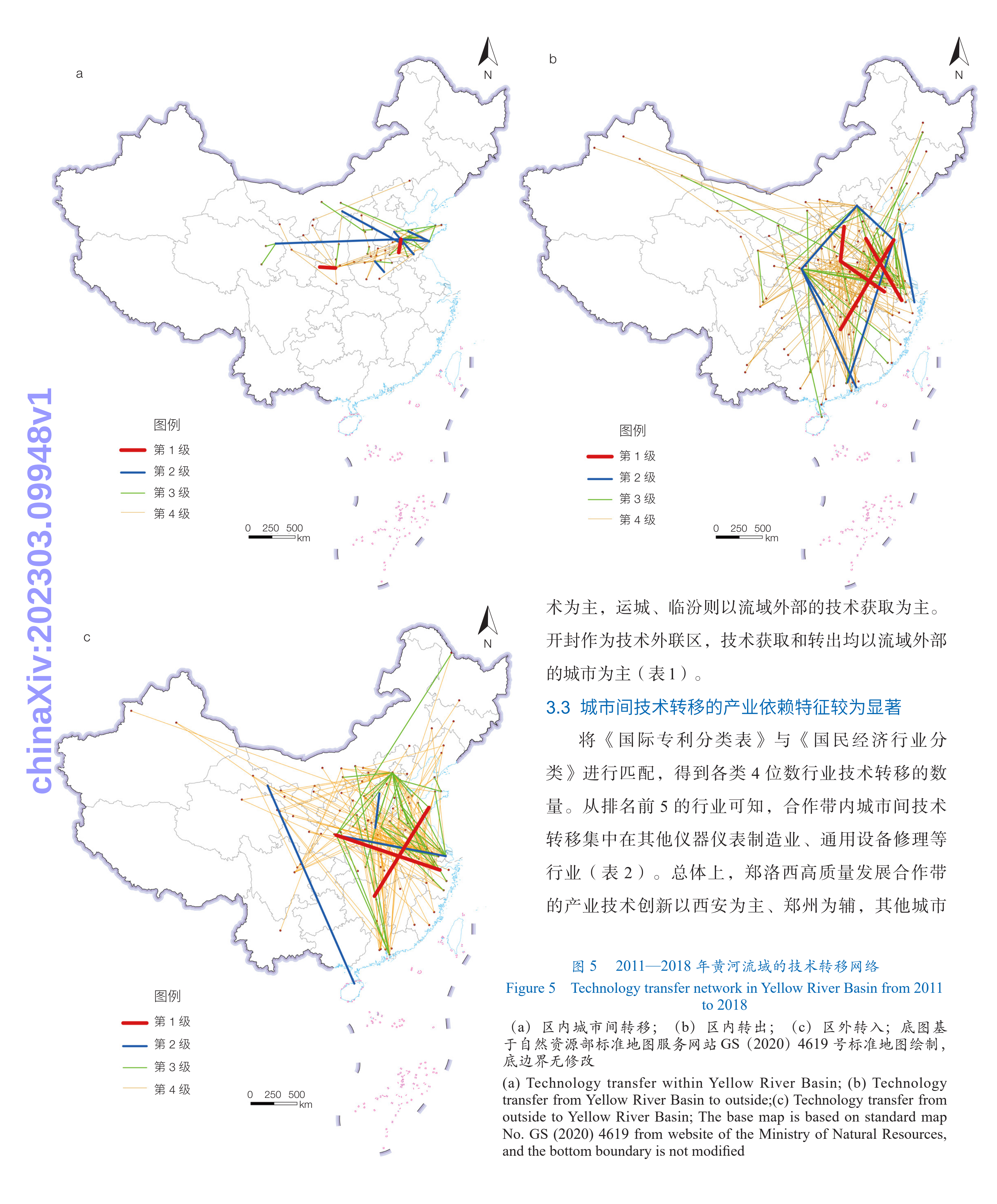
3 郑洛西高质量发展合作带技术转移特征

3.1 郑洛西高质量发展合作带的网络地位不断提高

区域外向黄河流域的技术转移在郑洛西高质量发展合作带的集聚程度不断提高，14 个城市承接外部技术转移数量占黄河流域承接技术转移总量的比重持续上升，3 个阶段的占比分别为 27.7%、32.5% 和 38.3%。同时，郑洛西高质量发展合作带也是黄河流域的主要技术输出地区，3 个阶段的占比均超过 43%。各城市内部技术转移数量稳步提升，占黄河流域同城技术转移的比重提升到 42% 以上。郑洛西合作带在黄河流域内部技术转移网络中地位有所下降，其技术转移数量占黄河流域内部技术转移总量的比重较小，从 2001—2010 年的 12.5% 下降至 2011—2018 年的 5.4%。总体来看，尽管郑洛西高质量发展合作带内技术转移网络建设尚处于起步阶段，但其已经成为黄河流域技术输出以及承接区外技术转移的主要集聚区。

3.2 郑州、西安和洛阳的技术枢纽地位逐渐凸显

将同城转移看作本市学习、区内城市间转移看作区内学习、区外转入看作区外学习、区内转出看作服务区外。如果一个城市的本市学习、区内学习、区外学习占比均较高，表示该城市的技术来源于全国，可称之为"全国学习"；反之，如果区内转出比重较高，则称之为"服务区外"。分析发现，郑州、西安和洛阳是技术枢纽城市，向流域外部技术转出现象显著。不同的是，郑州和西安两市侧重从全国范围内获取所需技术资源，而洛阳市的技术获取则以本市为主，区外技术获取较少。新乡、焦作、运城、临汾等城市为技术吸收区，对内—对外技术转出现象均不明显，其中新乡、焦作等市的技术来源以区外和本市技



术为主，运城、临汾则以流域外部的技术获取为主。开封作为技术外联区，技术获取和转出均以流域外部的城市为主（表1）。

3.3 城市间技术转移的产业依赖特征较为显著

将《国际专利分类表》与《国民经济行业分类》进行匹配，得到各类4位数行业技术转移的数量。从排名前5的行业可知，合作带内城市间技术转移集中在其他仪器仪表制造业、通用设备修理等行业（表2）。总体上，郑洛西高质量发展合作带的产业技术创新以西安为主、郑州为辅，其他城市

图5　2011—2018年黄河流域的技术转移网络

Figure 5　Technology transfer network in Yellow River Basin from 2011 to 2018

（a）区内城市间转移；（b）区内转出；（c）区外转入；底图基于自然资源部标准地图服务网站GS（2020）4619号标准地图绘制，底边界无修改

(a) Technology transfer within Yellow River Basin; (b) Technology transfer from Yellow River Basin to outside;(c) Technology transfer from outside to Yellow River Basin; The base map is based on standard map No. GS (2020) 4619 from website of the Ministry of Natural Resources, and the bottom boundary is not modified

的地位并不显著，转移行业主要集中在计算机、通信和其他电子设备制造业、仪器仪表制造业、金属制品、机械和设备修理业等行业，且技术优势行业（技术转出）与技术需求行业（技术转入）表现出较高的一致性。

4 郑洛西创新走廊培育建议

郑洛西创新走廊培育是郑洛西高质量发展合作带建设的重要组成部分，也是构建黄河流域创新网络的动力引擎，其目的在于串联关中平原城市群和中原城市群及郑州、洛阳、西安三大都市圈。这一过程涉及创新要素的合理流动和高效集聚，创新环境的建立与健全，富有特色和优势的产业—技术合作体系的夯实，与区域内外相互协同的多尺度创新网络构建等多个方面的统筹协调。然而，郑洛西创新走廊培育面临创新资源集聚度不高、创新环境不健全、产业技术创新能力不强、区域创新网络的辐射带动效应不强等问题，因此，文章为郑洛西创新走廊培育提出 4 方面建议：

表 1　郑洛西高质量发展合作带各市技术转移类型

Table 1　Types of technology transfer of each city in Zhengzhou-Luoyang-Xi’an high-quality development cooperation belt

城市	1987—2000 年	2001—2010 年	2011—2018 年
西安	全国学习，服务区外	全国学习，服务区外	全国学习，服务区外
郑州	外部学习，服务本市	全国学习，服务区外	全国学习，服务区外
洛阳	本市学习，服务区外	本市学习，服务区外	本市学习，服务区外
开封	无	区外学习，服务区外	区外学习
新乡	本市学习，服务本市	本市学习，区外学习	本市学习，区外学习
焦作	外部学习	区内学习，区外学习	本市学习，区外学习
许昌	本市学习，服务本市	服务区外	区外学习
济源	无	区外学习	无
三门峡	无	本市学习	本市学习
平顶山	无	本市学习	本市学习
咸阳	本地学习，服务区外	区外学习，服务本市	全国学习，服务本市
渭南	无	区外学习	本市学习，服务区内
运城	无	区外学习	区外学习
临汾	外部学习，服务本市	区外学习	区外学习

（1）增强要素支撑能力。资金和人才是创新活动的基本投入要素，推动资金和人才等要素形成合力，是创新走廊建设的关键所在。西安与郑州是黄河流域仅有的 2 个国家级中心城市，是黄河流域技术创新的核心集聚区，汇聚资金和人才打造要素集聚高地，是郑洛西创新走廊建设的重中之重。① 资金支持。已有研究表明，财政科技支出对城市创新网络能力提升至关重要[20]，然而西安、郑州财政科技经费支出仅占城市一般公共预算总支出的 1.72% 和 4.02%，均低于全国国家中心城市平均值。因此，应充分发挥政府在创新网络中的杠杆作用，加大应用研究和试验发展经费投入，积极调动企业研发积极性。② 人才汇聚。从创新人才角度来看，郑州和西安普通本专科在校生数量分别占全国总量的 3.51% 和 2.37%，人才潜力较大，为创新走廊建设提供了充足的人才储备，建议应以住房保障、落户、资金补贴、贷款优惠、公共服务等为切入点，推出系统的“留智”“引智”政策，创新人才服务和管理体制机制，充分释放人才储备的潜能。

（2）改善创新服务环境。① 平台建设。建设好创新平台设施硬环境，建设好全国重点实验室、省实验室、产业技术研究院、产业创新中心、工程研究中心等国家级和省级研发平台，发挥好这些平台对郑洛西高质量发展合作带以及黄河流域高质量发展的支撑作用。② 体制优化。培育好创新体制机制软环境，高标准建设跨区域合作机制，搭建科学家与企业家沟通平台，建立双方诚信制度与利益分配制度，明确科技成果转化收益和考核机制。

③ 服务配套。发展好科技服务业，通过合理分工、优化布局、完善体系，以知识密集型服务业的高质量发展为重点，夯实创新走廊的创新服务功能。通过健全创新链和产业链对接中的中介服务和金融支持等公共服务，打通科技成果转化的“大通道与微循环”，实现科技资源的跨区整合利用。

（3）优化创新网络结构。① 构建创新网络。创新走廊内部创新网络以郑州、洛阳、西安等核心城市向其周边少数城市转移为主，技术溢出的等级扩散与地理邻近特征显著，应利用好黄河流域生态保护与高质量发展国家战略的制度红利，在强化城市群内部网络建设的同时，打破制约知识、技术、信息、资本等创新资源跨区流动的桎梏，构建郑洛西创新走廊一体化的创新网络。② 聚焦路径更新。郑洛西创新走廊对外技术转移与技术获取呈现显著的路径依赖特征，主要体现在创新走廊内网络中心城市与流域外高创新水平城市的同配性优先链接，应依托创新走廊已有仪器仪表制造业、通用设备修理、电气设备修理等传统产业技术优势，对标各市在生物医药、新一代人工智能、智能装备制造等高新技术产业领域发展定位，在已有路径依赖发展模式的基础上，提高网络边缘城市与流域外高创新水平城市之间的异配性链接，强化以路径创新、路径更新等发展思路，实现郑洛西创新走廊培育的“弯道超车”。

（4）提升创新辐射能力。① 巩固发展郑州与西安。对于郑州和西安两大技术枢纽城市，应瞄准国内外高水平技术成果库、高层次专家库和重大技术需求库，充分利用西安、郑洛新等国家自主创新示范区以及国家技术转移郑州中心等高端创新载体，规划建设郑州—西安国家区域科技创新中心，发挥郑州、西安

表 2　郑洛西高质量发展合作带产业技术转移重点

Table 2　Key industries of technology transfer in Zhengzhou-Luoyang-Xi’an high-quality development cooperation belt

转移类型	产业技术转移重点		
	1987—2000年	2001—2010年	2011—2018年
区内城市间转移	无	其他仪器仪表制造业（137） 通用设备修理（50） 电气设备修理（48） 专用设备修理（42） 化学试剂和助剂制造（40）	其他仪器仪表制造业（18） 专用设备修理（12） 其他家用纺织制成品制造（7） 通用设备修理（7） 实验分析仪器制造（6）
区内转出	其他仪器仪表制造业（276） 电气设备修理（138） 电视机制造（112） 家用电子产品修理（92） 其他仪器仪表制造业（1 399）	其他仪器仪表制造业（1 399） 电气设备修理（601） 专用设备修理（567） 通用设备修理（459） 电子测量仪器制造（373）	其他仪器仪表制造业（394） 通用设备修理（199） 专用设备修理（173） 电气设备修理（93） 炼油、化工生产专用设备制造（91）
区外转入	其他仪器仪表制造业（112） 计算机和辅助设备修理（70） 电视机制造（68） 电气设备修理（62） 通信设备修理（59）	其他仪器仪表制造业（1 007） 专用设备修理（360） 电气设备修理（348） 通信设备修理（336） 计算机和辅助设备修理（301）	其他仪器仪表制造业（401） 专用设备修理（172） 通用设备修理（109） 电气设备修理（97） 炼油、化工生产专用设备制造（84）
区内同城转移	其他仪器仪表制造业（119） 通信系统设备制造（73） 通信终端设备制造（59） 通信设备修理（43） 集成电路制造（38）	其他仪器仪表制造业（1 098） 专用设备修理（449） 通用设备修理（419） 电气设备修理（395） 电子测量仪器制造（336）	其他仪器仪表制造业（563） 专用设备修理（224） 电气设备修理（203） 计算机和辅助设备修理（149） 通用设备修理（139）

注：括号中数字表示产业的技术转移次数

Note: The figure in brackets represents the number of industrial technology transfer

在硬科技研发应用方面的比较优势，在战略性新兴产业和未来产业领域进一步深化与北京、深圳、杭州等发达地区技术合作的深度与广度，提升城市技术创新能级。② 提高和发展洛阳。对于洛阳这一技术中心城市，应依托物联网技术服务、计算机和辅助设备修理、生物药品制造等高新技术产业技术优势，打通与北京、深圳、上海等技术集聚区的技术合作通道，提高其在国内技术市场的影响力。依托已有仪器仪表制造、专用设备修理、电气设备修理等传统产业技术优势，强化技术输出。拓宽与杭州、北京等市在合成纤维单（聚合）体制造、炼油、化工生产专用设备制造、针织或钩针编织物织造等领域的技术获取通道，提高技术服务能级。③ 引导技术特色城市。对于技术能力较强但其扩散能力不强的城市，应以优势技术为导向，引领特色产业专业化发展，提升其在国内外的影响力，如新乡市的其他仪器仪表制造业、电气设备修理、计算机和辅助设备修理，咸阳市的化学试剂和助剂制造、炼油、化工生产专用设备制造等。

参考文献

1 苗长虹, 艾少伟, 赵建吉, 等. 黄河流域生态保护和高质量发展战略研究. 北京: 科学出版社, 2021.
Miao C H, Ai S W, Zhao J J, et al. Yellow River Protection and Development Report: Research on Ecological Conservation and High-quality Development of the Yellow River Basin. Beijing: Science Press, 2021. (in Chinese)

2 马海涛, 徐楦钫. 黄河流域城市群高质量发展评估与空间格局分异. 经济地理, 2020, 40(4): 11-18.
Ma H T, Xu X F. High-quality development assessment and spatial heterogeity of urban agglomeration in the Yellow River Basin. Economic Geography, 2020, 40(4): 11-18. (in Chinese)

3 曾刚, 胡森林. 技术创新对黄河流域城市绿色发展的影响研究. 地理科学, 2021, 41(8): 1314-1323.
Zeng G, Hu S L. Impact of technological innovation on urban green development in the Yellow River Basin. Scientia Geographica Sinica, 2021, 41(8): 1314-1323. (in Chinese)

4 赵建吉. 加快新旧动能转换，推动黄河流域经济高质量发展. 黄河文明与可持续发展, 2021, (1): 16-19.
Zhao J J. Accelerating the transformation of new and old driving forces to promote high-quality economic development in the Yellow River Basin. Yellow River Civilization and Sustainable Development, 2021, (1): 16-19. (in Chinese)

5 Cooke P, Heidenreich M, Braczyk H. Regional Innovation Systems: The Role of Governance in a Globalized World. London: Routledge, 2004.

6 Li D D, Wei Y D, Wang T. Spatial and temporal evolution of urban innovation network in China. Habitat International, 2015, 49: 484-496.

7 周灿, 曹贤忠, 曾刚. 中国电子信息产业创新的集群网络模式与演化路径. 地理研究, 2019, 38(9): 2212-2225.
Zhou C, Cao X Z, Zeng G. Cluster networks and evolution path of China's electronic information industry innovation. Geographical Research, 2019, 38(9): 2212-2225. (in Chinese)

8 Sydow J, Müller-Seitz G. Open innovation at the interorganizational network level—Stretching practices to face technological discontinuities in the semiconductor industry. Technological Forecasting and Social Change, 2020, 155: 119398.

9 林柄权. 集聚间合作对企业选址及生产率的影响研究——基于中国汽车制造业的分析. 上海: 华东师范大学, 2020.
Lin B Q. The Impact of Inter-cluster Cooperation on Firm's Location Choices and Productivities—Based on the Analysis of China's Automobile Manufacturing Industry. Shanghai: East China Normal University, 2020. (in Chinese)

10 Meijers E J, Burger M J, Hoogerbrugge M M. Borrowing size in networks of cities: City size, network connectivity and metropolitan functions in Europe. Papers in Regional Science, 2016, 95(1):181-198.

11 李丹丹, 汪涛, 魏也华, 等. 中国城市尺度科学知识网络与技术知识网络结构的时空复杂性. 地理研究, 2015, 34(3): 525-540.
Li D D, Wang T, Wei Y H, et al. Spatial and temporal complexity of scientific knowledge network and technological knowledge network on China's urban scale. Geographical Research, 2015, 34(3): 525-540. (in Chinese)

12 周灿, 曾刚, 曹贤忠. 中国城市创新网络结构与创新能力研究. 地理研究, 2017, 36(7): 1297-1308.
Zhou C, Zeng G, Cao X Z. Chinese inter-city innovation networks structure and city innovation capability. Geographical Research, 2017, 36(7): 1297-1308. (in Chinese)

13 周灿, 曾刚, 宓泽锋, 等. 区域创新网络模式研究——以长三角城市群为例. 地理科学进展, 2017, 36(7): 795-805.
Zhou C, Zeng G, Mi Z F, et al. The study of regional innovation network patterns: Evidence from the Yangtze River Delta Urban. Progress in Geography, 2017, 36(7): 795-805. (in Chinese)

14 马双, 曾刚. 网络视角下中国十大城市群区域创新模式研究. 地理科学, 2019, 39(6): 905-911.
Ma S, Zeng G. Regional innovation models of China’s ten major urban agglomerations from the perspective of network. Scientia Geographica Sinica, 2019, 39(6): 905-911. (in Chinese)

15 席强敏, 李国平, 孙瑜康, 等. 京津冀科技合作网络的演变特征及影响因素. 地理学报, 2022, 77(6): 1359-1373.
Xi Q M, Li G P, Sun Y K, et al. Evolutionary characteristics of science and technology cooperation network of Beijing-Tianjing-Hebei region and its influencing factors. Acta Geographica Sinica, 2022, 77(6): 1359-1373. (in Chinese)

16 马海涛. 知识流动空间的城市关系建构与创新网络模拟. 地理学报, 2020, 75(4): 708-721.
Ma H T. The theoretical construction and network simulation of intercity innovative relationships in knowledge flow space. Acta Geographica Sinica, 2020, 75(4): 708-721. (in Chinese)

17 段德忠, 杜德斌, 谌颖, 等. 中国城市创新技术转移格局与影响因素. 地理学报, 2018, 73(4): 738-754.
Duan D Z, Du D B, Chen Y, et al. Technology transfer in China’s city system: Process, pattern and influencing factors. Acta Geographica Sinica, 2018, 73(4): 738-754. (in Chinese)

18 段德忠, 杜德斌, 谌颖, 等. 中国城市创新网络的时空复杂性及生长机制研究. 地理科学, 2018, 38(11): 1759-1768.
Duan D Z, Du D B, Chen Y, et al. Spatial-temporal complexity and growth mechanism of city innovation network in China. Scientia Geographica Sinica, 2018, 38(11): 1759-1768. (in Chinese)

19 张建伟, 梁常安, 胡正玉, 等. 黄河流域市际技术转移网络的时空特征. 经济地理, 2020, 40(5): 58-69.
Zhang J W, Liang C A, Hu Z Y, et al. Spatiotemporal characteristics of intercity technology transfer network in the Yellow River Basin. Economic Geography, 2020, 40(5): 58-69. (in Chinese)

20 Li D D, Wei Y D, Miao C H, et al. Innovation, network capabilities, and sustainable development of regional economies in China. Sustainability, 2019, 11(17): 4770.

Research on Evolution of Yellow River Basin Innovation Network and Cultivation of Zhengzhou-Luoyang-Xi’an Innovation Corridor

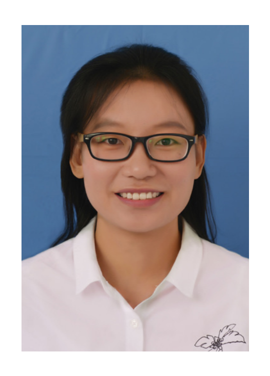
LI Dandan[1,2] MA Haitao[3] MIAO Changhong[1,2*]
(1 Key Research Institute of Yellow River Civilization and Sustainable Development & Collaborative Innovation Center on Yellow River Civilization Jointly Built by Henan Province and Ministry of Education, Henan University, Kaifeng 475001, China;
2 College of Geography and Environmental Science, Henan University, Kaifeng 475004, China;
3 Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract Constructing innovation networks and cultivating innovation corridors are important to realize regional innovation development. Based on the data of patent transfer from 1987 to 2018, this paper analyzes the spatial-temporal evolution of technology transfer network at different scales in the Yellow River Basin, and proposes the cultivation path of Zhengzhou-Luoyang-Xi’an innovation corridor. Firstly, it is found that a majority of technology transfer within the basin is switching from inter-provincial transfer to intra-provincial transfer, with

*Corresponding author

provincial capitals being the main source of technology. Xi'an is the primary source of technology transfer network, and cities, such as Zhengzhou, Qingdao, and Jinan, are secondary sources. Moreover, the technology sources outside the Yellow River Basin are mainly located in the Beijing-Tianjin-Hebei, Yangtze River Delta, Pearl River Delta and other developed urban agglomerations. In addition, Xi'an, Jinan, Qingdao and other high-level central cities have become the main receiving areas of technology transfer. This study concludes that the construction of inter-provincial innovation network should focus on the construction of Zhengzhou-Luoyang-Xi'an innovation corridor, in order to realize the matching and coordination of industrial technological advantages and technological demands of different cities, promote the construction of Zhengzhou-Luoyang-Xi'an high-quality development cooperation belt, and then accelerate the innovation-driven development process of the Yellow River Basin.

Keywords technology transfer, innovation network, innovation corridor, the Yellow River basin, Zhengzhou-Luoyang-Xi'an



李丹丹 河南大学黄河文明与可持续发展研究中心暨黄河文明省部共建协同创新中心副教授。主要研究领域：技术创新、创新网络与区域发展等。主持国家自然科学基金项目、中国博士后面上资助项目等项目，并以第一作者在*Habitat International*、*Geographical Review*、《地理研究》、《地理科学》等期刊发表多篇论文。E-mail: ddli@henu.edu.cn

LI Dandan Master's Supervisor and Associate Professor of Key Research Institute of Yellow River Civilization and Sustainable Development & Collaborative Innovation Center on Yellow River Civilization Jointly Built by Henan Province and Ministry of Education, Henan University. Her research focuses on technological innovation, innovation networks and regional development. She has hosted the projects sponsored by National Natural Science Foundation of China, China Postdoctoral Science Foundation, and so on and published many papers as the first author in *Habitat International*, *Geographical Review*, *Geographical Research*, *Scientia Geographica Sinica* and other journals. E-mail: ddli@henu.edu.cn



苗长虹 河南大学黄河文明与可持续发展研究中心暨黄河文明省部共建协同创新中心主任、教授。中国地理学会常务理事，中国地理学会黄河分会主任，国际区域研究协会中国分会常务理事。长期从事经济地理、区域发展与空间规划等方面的研究。主持国家自然科学基金重点项目、面上项目和青年项目，国家社会科学基金项目，以及多项省部级项目。在*Eurasian Geography and Economics*、*Geoforum*、《地理学报》、《地理研究》等专业核心期刊发表论文200多篇，出版《空间集聚、关系建构与区域发展》等专著10多部。E-mail: chhmiao@henu.edu.cn

MIAO Changhong Professor, Doctoral Supervisor, and Director of Key Research Institute of Yellow River Civilization and Sustainable Development & Collaborative Innovation Center on Yellow River Civilization Jointly Built by Henan Province and Ministry of Education, Henan University. Dr. Miao has long been engaged in the research of economic geography, regional development and spatial planning. He is Executive Director of the Geographical Society of China, Director of the Yellow River Branch of the Geographical Society of China, and Executive Director of Regional Studies Association China Division. He has presided over key, general and youth programs of the National Natural Science Foundation of China, the National Social Science Fund of China, and a number of provincial and ministerial projects. He has published more than 200 papers in *Eurasian Geography and Economics*, *Geoforum*, *Acta Geographica Sinica*, *Geographical Research* and other highly influential journals, and more than 10 monographs including *Spatial Agglomeration, Relationship Construction and Regional Development*. E-mail: chhmiao@henu.edu.cn

■责任编辑：文彦杰